



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
**INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : A61C 13/00, 13/083</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/62705</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Oktober 2000 (26.10.00)</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00404</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 19. Januar 2000 (19.01.00)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 199 17 324.9 16. April 1999 (16.04.99) DE 199 30 564.1 2. Juli 1999 (02.07.99) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): KALTENBACH & VOIGT GMBH & CO. [DE/DE]; Bismarckring 39, D-88400 Biberach (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BODENMILLER, Anton [DE/DE]; An der Friedenslinde 9, D-88299 Leutkirch (DE). STEINHAUSER, Pius [DE/DE]; Nachtigallenweg 36, D-88299 Leutkirch (DE).</p> <p>(74) Anwalt: SCHMIDT-EVERS, Jürgen; Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, D-80331 München (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00404</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 19. Januar 2000 (19.01.00)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 199 17 324.9 16. April 1999 (16.04.99) DE 199 30 564.1 2. Juli 1999 (02.07.99) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): KALTENBACH & VOIGT GMBH & CO. [DE/DE]; Bismarckring 39, D-88400 Biberach (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BODENMILLER, Anton [DE/DE]; An der Friedenslinde 9, D-88299 Leutkirch (DE). STEINHAUSER, Pius [DE/DE]; Nachtigallenweg 36, D-88299 Leutkirch (DE).</p> <p>(74) Anwalt: SCHMIDT-EVERS, Jürgen; Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, D-80331 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00404</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 19. Januar 2000 (19.01.00)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 199 17 324.9 16. April 1999 (16.04.99) DE 199 30 564.1 2. Juli 1999 (02.07.99) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): KALTENBACH & VOIGT GMBH & CO. [DE/DE]; Bismarckring 39, D-88400 Biberach (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BODENMILLER, Anton [DE/DE]; An der Friedenslinde 9, D-88299 Leutkirch (DE). STEINHAUSER, Pius [DE/DE]; Nachtigallenweg 36, D-88299 Leutkirch (DE).</p> <p>(74) Anwalt: SCHMIDT-EVERS, Jürgen; Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, D-80331 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>			
<p>(54) Title: METHOD FOR PRODUCING CERAMIC MEDICAL, DENTAL MEDICAL, TECHNICAL DENTAL AND TECHNICAL PARTS</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG MEDIZINISCHER, ZAHNMEDIZINISCHER, ZAHNTECHNISCHER UND TECHNISCHER TEILE AUS KERAMIK</p> <p>(57) Abstract</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>The invention relates to a method for producing ceramic moulded parts (6), for example for technical dental uses. According to the method, a powder ceramic raw material is first pressed to form a ceramic green compact (4). The inner contour and/or the outer contour of the moulded parts (6) is then produced by processing the ceramic green compact (4) using techniques for removing material. The ceramic green compact (4) is then embedded in a workpiece holding element (1) before being treated with a ground-mass (3) which neither damages said ceramic green compact (4) nor chemically reacts with it. The processed ceramic green compact (4) is then sintered to form a highly resistant ceramic moulded part. The ceramic material use is preferably almost completely resistant to shrinkage during sintering.</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;"> </div> </div> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Für die Herstellung von Formteilen (6) aus Keramik, beispielsweise für zahntechnische Zwecke, wird zunächst ein pulverförmiges Keramik-Rohmaterial zu einem Keramikgrünling (4) gepresst. Die Innenkontur und/oder die Aussenkontur der Formteile (6) wird dann durch Bearbeiten des Keramikgrünlings (4) mittels abtragender Verfahren erstellt, wobei der Keramikgrünling (4) vor der Bearbeitung mittels einer Einbettmasse (3), die den Keramikgrünling (4) weder beschädigt noch mit ihm chemisch reagiert, in eine Werkstückaufnahme (1) eingebettet wird. Anschliessend wird der bearbeitete Keramikgrünling (4) zu einem hochfesten Keramik-Formteil gesintert. Vorzugsweise wird ein Keramikmaterial verwendet, welches beim Sintern nahezu schrumpffrei ist.</p>				

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Verfahren zur Herstellung medizinischer, zahnmedizinischer, zahntechnischer und technischer Teile aus Keramik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus Keramik,
5 insbesondere für medizinische oder zahnmedizinische Zwecke.

In der Medizintechnik, Zahnmedizin oder Zahntechnik werden prothetische Teile bisher überwiegend aus hochwertigen Edelmetall-Legierungen, Kobalt-Chromlegierungen und teilweise auch aus Titan hergestellt. Wegen der erforderlichen Biokompatibilität von
10 derartigen Medizinprodukten werden die Metalloberflächen dieser prothetischen Teile in der Regel mit keramischen Substraten beschichtet. In der Zahnmedizin bzw. Zahntechnik erfolgt aus überwiegend ästhetischen Gründen oftmals eine Verblendung mit dentalen Porzellanen, insbesondere im Frontzahnbereich.

15 Seit längerer Zeit werden Anstrengungen unternommen, diese Metall-Legierungen durch vollkeramische Systeme zu substituieren. Dies setzt jedoch den Einsatz von Hochleistungskeramiken voraus, wie sie in der technischen Keramik teilweise bei industriell gefertigten Serienteilen eingesetzt werden. Im Gegensatz zu den industriell gefertigten Keramikteilen handelt es sich allerdings bei den in der Medizintechnik oder
20 Zahntechnik hergestellten prothetischen Werkstücken jeweils um Unikate, weshalb aus wirtschaftlichen, werkstofftechnischen und verfahrenstechnischen Gründen die bekannten industriellen Produktionsmethoden nicht angewandt werden können. Ein weiteres bekanntes Problem solcher Hochleistungskeramiken ist der teilweise starke Schwund der Keramikmassen beim Sintern, der bis zu 20% betragen kann. Derartige
25 Maßveränderungen sind allerdings bei zahntechnischen Formteilen nicht tolerierbar, da beispielsweise bei Brückenarbeiten die Abstände zwischen den Pfeilern (Stümpfen) bzw. die Höhenlage der Kontaktpunkte zum Antagonisten im Mikrometerbereich eingehalten werden müssen.

30 Aus diesem Grund wurden mehrere Versuche unternommen, aus massiven, fertiggesinterten Keramikblöcken (Halbzeug) die prothetische Teile direkt durch Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden, Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden oder durch das Abtragen mittels Ultraschallerosion oder Laser, herauszuarbeiten.

35

In der Praxis durchgesetzt hat sich - allerdings nur in beschränktem Ausmaß - das Herausschleifen bzw. Fräsen von Keramikteilen mit Hilfe von Diamantwerkzeugen, beispielsweise beim sogenannten CAD-CAM-Verfahren. Bei diesem Verfahren wird zunächst eine Vermessung des Zahnstumpfes und anschließend der darauf vorgesehenen

Krone, die beispielsweise als Wachsmo-
dell zur Verfügung steht, vorgenommen. Die
Daten werden dann in ein CAD-Programm eingegeben, das eine Fräsmaschine steuert.
Diese Fräsmaschine bearbeitet dann automatisch den gesinterten und hochfesten
Keramikblock. Der Aufwand hierfür ist allerdings außerordentlich hoch, da der bereits
5 gesinterte Keramikblock extrem hart ist. Werden beispielsweise
Hochleistungskeramiken wie Aluminiumoxid (Al_2O_3) oder Zirkonoxid (ZrO_2)
beschli-ffen, verschlei-ßen die Diamantwerkzeuge sehr schnell mit der Folge von
Geometrietoleranzen am Werkstück, da sich die Geometrie und der Durchmesser der
Werkzeuge während der Bearbeitung ändern. Ferner können an kritischen Stellen der
10 Prothesenteile, wie z.B. an Kronenrändern, Materialausbrüche oder Mikrorisse
entstehen. Ein weiteres Problem stellt die lange Schleifzeit dar, da nur mit geringen
Abtragraten und reduzierter Vorschubgeschwindigkeit gearbeitet werden kann, da
andernfalls große Spannungen in dem Material entstehen können, die wiederum zu
Haarrissen und dgl. führen können. Es ist ferner ein Trennschritt notwendig, bei dem
15 am Ende der Bearbeitung die ausgefräste Krone von dem Rest des Keramikblocks
getrennt wird. Bei diesem manuellen Trenn- und Schleifvorgang können sowohl
Geometriefehler als auch Materialausbrüche entstehen, so daß das teuer gefertigte Teil
evtl. nicht mehr zu gebrauchen ist. Schließlich erfordert die Bearbeitung von
Hochleistungskeramiken teure und automatisch arbeitende Schleif- oder Fräsmaschinen,
20 da der Zahntechniker oder Maschinenbediener die Bearbeitungsparameter (Vorschub,
Zustellung) gar nicht mehr manuell beherrschen kann. Alternativ zu den
Hochleistungskeramiken können zwar auch modifizierte Dentalkeramiken eingesetzt
werden, die eine noch wirtschaftliche Schleifbearbeitung zulassen, wobei diese
modifizierten Keramiken allerdings dann auch nur reduzierte Festigkeitswerte
25 aufweisen.

Alternativ zur Bearbeitung von bereits gesinterten und hochfesten Keramikblöcken
wurden daher Verfahren entwickelt, bei denen die Keramikformteile aus einem noch
nicht gesinterten Keramik-Rohmaterial oder aus vorgesintertem Material hergestellt
30 werden. Bei zwei bekannten Verfahren wird von dem bearbeiteten Zahnstumpf zunächst
ein Abdruck genommen und anschließend ein Positiv geformt, das seinerseits aus
feuerfestem Material, insbesondere Keramik, besteht. Auf diesen Positivstumpf wird
eine Zahnkrone aus Wachs aufgeformt, welche die Endform der Krone simuliert.
Anschließend wird der Positivstumpf mit der darauf befindlichen Wachskrone auf einen
35 Gummisockel aufgesetzt, der den Boden zu einem Gummiring bildet, wobei dieser
Gummiring den Positivstumpf mit der Wachskrone mit Abstand umgibt. In die auf
diese Weise gebildete Muffelform wird dann eine flüssige oder plastische Einbettmasse
eingeleitet, die den Positivstumpf mit der Wachskrone bis auf einen Eingußkanal

umgibt. Dieser Eingußkanal wird z.B. durch einen Wachkegel gebildet, der mit der Wachskrone in Verbindung steht.

- 5 Nach dem Aushärten der Einbettmasse werden die Gummiunterlage und der Gummiring entfernt, so daß die ausgehärtete Einbettmasse mit dem Einfüllwachkegel frei zur Verfügung steht. Diese Einheit kommt danach in einen Auswachs- und Vorwärmofen, so daß das Wachs der Wachskrone über den Einfüllstutzen ausgetrieben wird. Auf diese Weise wird in der Einbettmasse ein der Wachskrone entsprechender Hohlraum gebildet.
- 10 Die Einbettmasse mit dem darin befindlichen Hohlraum sowie ein gesinterter Porzellanrohling werden dann gemeinsam in einen Vorwärmofen eingebracht und auf ca. 800°C erhitzt. Bei dieser Temperatur wird der gesinterte Porzellanrohling plastisch, während die Einbettmasse selbst aushärtet. Nach dem Herausnehmen der Einbettmasse und des plastischen Porzellanrohlings aus dem Ofen wird das nun plastische Porzellan
- 15 über die Einfüllöffnung in den Hohlraum mittels einer Pressvorrichtung eingebracht. Dieses Einpressen selbst erfolgt in einem speziellen Einpressofen. Nach dem Abkühlen der Porzellanmasse wird dann die Einbettmasse zerstört, so daß die Krone mit dem darin befindlichen Einfüllstutzen frei wird. Als abschließender Schritt erfolgt schließlich das Trennen der Krone von dem im Eingußkanal entstandenen Anfüllstutzen sowie eine
- 20 abschließende Außenbearbeitung.

- Auch bei diesem Verfahren besteht die Gefahr, daß beim Trennen der Porzellankrone von dem Anfüllstutzen Risse in der Krone entstehen können. Die Verwendung eines bereits gesinterten Porzellan-Rohlings gewährleistet, daß bei der Krone keine
- 25 Schrumpfung mehr auftritt, wenn diese nachfolgend in dem Brennofen nochmals gebrannt wird. Im Gegensatz zu Keramik kann bereits gesintertes Porzellan bei Erhitzen auf ca. 800 °C nochmals plastifiziert werden, was bei Keramiken selbst bei extrem hohen Temperaturen nicht mehr möglich ist. Allerdings weist Keramik gegenüber Porzellan eine erheblich höhere Biegefestigkeit auf. Die Herstellung von zwei oder
- 30 mehreren Kronen, die über einen Verbindungssteg miteinander verbunden sind, ist mit Porzellan beispielsweise nicht möglich, da dieser Verbindungssteg brechen würde. Derartige komplizierte zahntechnische Formteile können daher nur mit Keramikmaterial hergestellt werden. Dies ist der Grund, weswegen Porzellan in der Regel nur für Inlays, Onlays oder Einzelkronen verwendet wird.

35

Das zur Zeit am weitesten verbreitete Verfahren in der Dentaltechnik zur Herstellung von Keramikronen ist das sogenannte Schlicker-Verfahren. Von dem bearbeiteten Zahnstumpf wird dabei zunächst ein Abdruck gemacht und dann ein Metallgerüst, insbesondere aus Gold, Titan oder dgl. angefertigt. Dieses Metallgerüst besteht aus

einer sich an den Zahnstumpf anpassenden dünnen Schicht und ergibt letztendlich ein becherförmiges Teil. Auf dieses Gerüst wird dann Keramikmaterial in plastischer Form (Schlicker) in mehreren Schichten aufgetragen, wobei jeweils nach dem Auftragen einer Schicht ein Brennen des Metallgerüsts mit dem aufgetragenen Keramikschlicker erfolgt. Auf diese Weise wird die Krone an der Außenseite ungleichmäßig beschichtet und an das Gebiß angepaßt. Der Keramikschlicker wird dabei mit einem Pinsel auf das Metallgerüst aufgetragen, hat allerdings den Nachteil, daß er einen hohen Anteil an Flüssigkeit, insbesondere Wasser enthält, die beim Brennen zu einer Schrumpfung des Materials führt. Diese Schrumpfung ist nur schwer kalkulierbar, weswegen die Keramikmasse auch in mehreren Schichten aufgetragen werden muß.

- Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von dentalen Keramikteilen, bei dem die Schrumpfung des Keramikmaterials berücksichtigt wird, ist in der EP 0 389 461 B1 beschrieben. Hier wird vorgeschlagen, zunächst durch einen Abdruck eine Negativkopie der Oberfläche des bearbeiteten Zahnstumpfes zu erstellen und anschließend einen isostatisch verdichteten Keramikgrünling mittels Kopierfräsen zu bearbeiten. Während des Kopierfräsens wird die Sinterschrumpfung berücksichtigt, indem die Oberfläche des bearbeiteten Grünlings etwas vergrößert wird, um die anschließende Schrumpfung wieder aufzufangen. Dabei wird durch das Kopierfräsen allerdings nur die Unterseite des Keramikgrünlings bearbeitet, die Oberseite des Formteiles wird nach dem Sintern noch mit einer Porzellanschicht verkleidet und in die endgültige Form gebracht. In ähnlicher Weise wird auch in der EP 0 375 647 B1 vorgeschlagen einen Keramikgrünling vor dem Sintern durch Fräsen zu bearbeiten.
- Die Bearbeitung eines solchen Grünlings gestaltet sich allerdings ziemlich schwierig, daß das verdichtete Material sehr brüchig ist. Die beiden zuvor genannten Druckschriften geben keine Auskunft darüber, wie diese Schwierigkeiten bewältigt werden können. In einer Weiterentwicklung wird daher in der EP 0 580 565 A2 vorgeschlagen, das pulverförmige Keramik-Rohmaterial gegen die Oberfläche einer Positivkopie des bearbeiteten Zahnstumpfes zu verdichten. Wiederum wird dabei die Positivkopie gegenüber dem Zahnstumpf vergrößert um die Schrumpfung auszugleichen. Auch hier wird die Oberfläche des Keramikformteiles mit einer Porzellanschicht verkleidet.
- Um diese schwer kalkulierbare Schrumpfung der Keramik beim Sintern zu vermeiden, wird in der EP 0 030 850 die Verwendung eines schrumpffreien Keramikmaterials vorgeschlagen. Dabei wird das Rohmaterial in pulverförmiger oder in flüssiger Form in eine vorgefertigte Gußform, deren Struktur im wesentlichen der Form des herzustellenden Keramikteils entspricht, gepreßt oder gegossen oder wiederum gegen

einen Stempel gepreßt, der eine exakte Kopie des Zahnstumpfes ist. Wie bei den anderen Verfahren ist also auch hier zunächst eine recht aufwendige Herstellung einer entsprechenden Gußform notwendig.

- 5 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein einfaches und wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus Keramik anzugeben, das beispielsweise von einem Zahnarzt oder Zahntechniker direkt in einem medizinischen Labor, Praxislabor oder gewerblichen Labor durchführbar ist.
- 10 Die Aufgabe wird durch ein Verfahren, welches die Merkmale des Anspruches 1 aufweist, gelöst. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst das pulverförmige Keramik-Rohmaterial zu einem Keramikgrünling gepreßt, dieser Keramikgrünling dann mittels abtragender Verfahren bearbeitet und anschließend zu einem hochfesten Keramikformteil gesintert, wobei der Grünling vor der Bearbeitung
- 15 mittels einer Einbettmasse, die den Grünling weder beschädigt noch mit ihm chemisch reagiert, in eine Werkstückaufnahme eingebettet wird. Dabei wird das zunächst pulverförmige Keramik-Rohmaterial erst durch das Pressen in einen Zustand versetzt, in dem es überhaupt bearbeitet werden kann. Der Zustand des Keramikgrünlings ähnelt dann dem von Kreide, d.h. er läßt sich im Vergleich zu bereits gesinterten
- 20 Keramikblöcken wesentlich leichter, schneller und mit weniger Abrieb an den Werkzeugen und dementsprechend sehr viel genauer bearbeiten. Durch das erfindungsgemäße Einbetten wird der Keramikgrünling während der Bearbeitung sowohl fixiert als auch gestützt, so daß kein Ausbrechen von dünnen Wänden oder andere Beschädigungen zu befürchten sind und er somit effektiv und genau bearbeitet
- 25 werden kann. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß überschüssiges Rohmaterial, welches beim Bearbeiten des Keramikgrünlings abgefräst wird, wieder zurückgewonnen und wiederverwendet werden kann, wodurch der Materialaufwand deutlich reduziert wird. Da auch die Bearbeitungswerkzeuge weniger beansprucht werden und somit eine längere Lebensdauer erreichen, ist das erfindungsgemäße
- 30 Verfahren als wesentlich wirtschaftlicher gegenüber den bekannten Verfahren, bei denen bereits gesinterte Keramikblöcke bearbeitet werden, anzusehen. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können in der Medizin, Zahnmedizin und Zahntechnik biokompatible Implantatteile, Inlays, Teilkronen, Kronen, Brücken, Prothesenbasen oder Hilfsteile genau und mit hoher, dem Einsatzzweck angepaßter mechanischer
- 35 Festigkeit wirtschaftlich hergestellt werden. Insbesondere ist bei diesem Verfahren die Möglichkeit gegeben, einen Keramikgrünling, dessen ursprüngliche Form mit der endgültigen Struktur des herzustellenden Keramik-Formteils nichts gemeinsam hat, ausschließlich durch Bearbeiten mittels abtragender Verfahren in die gewünschte

endgültige Form zu bringen, ohne das Material - wie in den bekannten Verfahren - in eine Gußform oder gegen einen Stempel zu pressen.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Ein wesentlicher Aspekt des Verfahrens liegt in der Auswahl des Keramik-Rohmaterials. Dieses soll während des Sinterns möglichst wenig schrumpfen, im Idealfall nahezu schrumpffrei sein. Ein Keramikmaterial, das diese Voraussetzungen erfüllt, ist beispielsweise Zirkon (ZrSiO_4), dessen Eigenschaften noch ausführlicher beschrieben werden. Allerdings wäre es auch denkbar, die bereits bekannten und vielfach verwendeten Keramiken Zirkonoxid (ZrO_2) oder Aluminiumoxid (Al_2O_3) zu verwenden. Diese schrumpfen während des Sinterns zu einem gewissen Grad. Der in der Regel zu einem Würfel oder kastenförmig gepreßte Keramikgrünling weist allerdings eine äußerst gleichmäßige Materialdichte auf, so daß zu erwarten ist, daß das Material während des Sinterns gleichmäßig und damit vorhersehbar schrumpft. Im Gegensatz zu den bekannten Verfahren, bei denen beispielsweise das Pulver in eine Gießform eingepreßt oder unter Druck eingegossen wird, und bei denen daher eine ungleichmäßige Dichteverteilung des Rohmaterials oftmals nicht zu vermeiden ist, kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Schrumpfungsprozeß sehr einfach berücksichtigt und durch Herstellen größerer Formteile vor dem Sintern ausgeglichen werden.

Die Merkmale weiterer Unteransprüche befassen sich mit vorteilhaften Ausführungsformen des Bearbeitungsprozesses des Keramikgrünlings. Vorzugsweise wird der Keramikgrünling mit Hilfe einer abtragenden Maschine - wie z.B. einer Fräs-, Dreh-, Bohr- oder Schleifmaschine -bearbeitet, wobei das Bearbeiten automatisch erfolgen kann. Die entsprechenden Steuerbefehle für die abtragende Maschine können dann in einem speziellen Abtragungsprogramm enthalten sein, das z.B. auf der Basis eines dreidimensional vermessenen Positivmodells des Zahnstumpfes und der Zahnkrone erstellt wird. Dabei können beim Erstellen des Abtragungsprogramms Parameter, wie z.B. eine gewünschte Zementspaltbreite oder ein eventueller Schrumpfungsfaktor des Rohkeramik-Materials berücksichtigt werden. Als Einbettmasse kann beispielsweise ein geeignetes Fräswachs verwendet werden. Die Bearbeitung des Grünlings kann in mehreren Schritten erfolgen, in denen jeweils bestimmte Bereiche des Grünlings bearbeitet werden, wobei die bereits zuvor bearbeiteten Bereiche des Grünlings wieder mit der Einbettmasse umgeben und damit stabilisiert werden. Auf diese Weise können somit die sehr dünnen Seitenwände von Keramikkrönen während der Bearbeitung geschützt werden. Durch Schmelzen des Fräswaxes kann dann nach der Bearbeitung der Keramikgrünling wieder schonend

ausgebettet werden. Auch dieses Fräswachs bzw. die Einbettmasse kann während der Bearbeitung des Grünlings aufgefangen und wiederverwendet werden.

Es sollen nun die Eigenschaften von drei bevorzugt verwendeten Keramikmaterialien
5 besprochen werden.

Das sehr häufig verwendete Aluminiumoxid (Al_2O_3) ist auch unter dem Namen Korund bekannt. Neben vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten dieses Materials in der Industrie (z.B. als Strahlmittel, Schleifmittel, Feuerfestmaterialien) ist Aluminiumoxid ein sehr
10 häufig verwendetes Oxid in verschiedensten Tonmineralien und Keramiken, welche beim keramischer Zahnersatz aber auch bei Blumenvasen oder Kaffeetassen Verwendung finden. Aluminiumoxid ist insbesondere ein für den Zahnersatz geeignetes Material, da es eine zahnfarbene Erscheinung, hohe Abrasionsfestigkeit, chemische Resistenz, biologische Verträglichkeit und ein angenehmes Kontaktgefühl bei
15 glanzgebrannten oder polierten Keramikoberflächen aufweist. Ein weiterer Vorteil ist auch darin zu sehen, daß Aluminiumoxid röntgentransluzent ist und daraus bestehende Zahnkronen bei Röntgenuntersuchungen keine Artefakte verursachen, die zu Fehlinterpretationen des Röntgenbildes führen könnten.

20 Zirkonoxid (ZrO_2) kann in mehreren unterschiedlichen Kristallmodifikationen auftreten. Da Zirkonoxide unter den bekannten Keramikmaterialien die höchsten Biegebruch- und Zugfestigkeitswerte, eine hohe Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit sowie eine niedrige Wärmeleitfähigkeit aufweisen, haben diese in den letzten Jahren im technischen und medizinischen Bereich zunehmende Bedeutung erlangt. Aufgrund ihrer
25 hervorragenden Eigenschaften werden Zirkonoxid-Keramiken bevorzugt für mechanisch hoch belastbare Komponenten eingesetzt. Ferner zeigt Zirkonoxid während des Sinterns nur einen relativ geringen Schwund.

Ausgehend von Zirkonoxid (ZrO_2) können mit Hilfe eines Reaktionssinterverfahrens
30 ZrSiO_4 -Keramiken, die nahezu schrumpffrei sind, hergestellt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß eine in dem Rohkeramik-Grünling enthaltene reaktive Komponente während des Sinterns ihr Volumen vergrößert und somit das Schrumpfen der übrigen Komponenten kompensiert. Ein derartiges für Zirkonoxide geeignetes Verfahren wird beispielsweise in dem Artikel "Verfahren zur Herstellung
35 schrumpffreier ZrSiO_4 -Keramiken" der Keramischen Zeitschrift 50(4) 1998 beschrieben. Als reaktive Komponente wird in diesem Fall eine intermetallische Verbindung (Zirkoniumdisilicid, ZrSi_2) eingesetzt. Zusätzlich wird Polysiloxan, ein sogenannter low-loss-binder, als Preßhilfsmittel verwendet, welches während des Sinterns mit dem Zirkoniumdisilicid und dem Zirkonoxid zur gewünschten Keramik

(ZrSiO_4) reagiert. Der wesentliche Vorteil dieses Reaktionssinterverfahrens besteht darin, daß der zu erwartende Sinterschrumpf, der eine Funktion des Anteils der verschiedenen Reaktionskomponenten ist, mit Hilfe einer einfachen Berechnung abgeschätzt werden kann. Es kann dann der benötigte Anteil der reaktiven Komponente, also des Zirkoniumdisilicids (ZrSi_2), berechnet werden, bei dem eine Schrumpfung von nahezu 0% auftritt.

Aufgrund der eben beschriebenen Eigenschaften lassen sich mit dieser ZrSiO_4 -Keramik mikrostrukturierte Bauteile herstellen, deren Ausmaße vor und nach dem Sintern identisch sind. Eine mechanische Nachbearbeitung, die bei sehr kleinen Detailstrukturen oftmals gar nicht möglich ist ohne das Werkstück zu beschädigen, ist dann nicht mehr nötig. Aus den gleichen Gründen ist diese Keramik daher auch hervorragend für die Herstellung zahnmedizinischer oder zahntechnischer Teile, insbesondere von Zahnkronen mit dünnen Wänden, geeignet.

Die drei eben genannten Keramikmaterialien sind aufgrund ihrer Eigenschaften für die Anwendung im zahnmedizinischen Bereich besonders gut geeignet. Dennoch ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf diese Werkstoffe beschränkt, sondern kann auch bei anderen Keramikmaterialien, beispielsweise bei Magnesiumoxid (MgO), Aluminiumtitanat (AlTi) oder Piezokeramiken (PZT), nicht nur in medizinischen, sondern auch in technischen Bereichen zur Anwendung kommen. Die Verwendung eines schrumpffreien Keramikmaterials ist dabei zwar besonders vorteilhaft, allerdings keineswegs unumgänglich, da - wie bereits angemerkt - durch das gleichmäßige Zusammenpressen des Materials zu einem Grünling eine homogene Dichteverteilung und dementsprechend ein gleichmäßiges und somit steuerbares Schrumpfen des Formteiles während dem Sintern erreicht wird.

Im folgenden soll die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung, welche die einzelnen Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer Zahnkrone darstellt, näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 einen in eine Werkstückaufnahme eingesetzten Grünling;

Fig. 2 die Fertigung der Kroneninnenseite;

Fig. 3 die Fertigung des ersten Bereiches der Kronenaußenseite;

Fig. 4 das Wiedereinbetten der bereits bearbeiteten Seite;

Fig. 5 die um 180° gedrehte Werkstückaufnahme;

Fig. 6 die Fertigung des zweiten Bereichs der Kronenaußenseite;
und

5

Fig. 7 das Ausbetten des Grünlings.

Ein Vorteil des im folgenden beschriebenen Verfahrens besteht darin, daß es im Prinzip
den bisher bekannten Verfahren zur Herstellung von Zahnkronen sehr ähnlich ist und
daher von einem Zahntechniker sehr einfach durchzuführen ist.

Zunächst fertigt dabei der Zahntechniker, beispielsweise auf der Basis eines Abdruckes,
als Grundlage seiner prothetischen Arbeit ein Positivmodell des bearbeiteten
Zahnstumpfes aus Gips oder einem anderen geeigneten Modellwerkstoff an. Dieses
Positivmodell wird anschließend in einer Meßvorrichtung mechanisch, optisch oder
nach einem anderen Verfahren dreidimensional vermessen. Über eine spezielle Software
wird dann ein Fräs- oder Abtragungsprogramm zum Herausarbeiten der
Kroneninnenseite, deren Struktur der Form des Zahnstumpfes entspricht, generiert und
in die Steuerung einer automatischen Fräsmaschine geladen. Dabei können von dem
Zahntechniker zusätzliche Parameter, beispielsweise eine erforderliche
Zementspaltbreite, eingegeben werden, die bei der Erstellung des Fräsprogramms von
der Software berücksichtigt werden. Ferner können für Keramiken, die beim Sintern
schwinden, entsprechende Korrekturfaktoren berücksichtigt werden, um den Schwund
durch Erstellen von leicht vergrößerten Formteilen zu kompensieren.

25

Wie in Figur 1 gezeigt, setzt dann der Zahntechniker in eine mit einer Drehachse 2
versehene Werkstückaufnahme 1 einen isostatisch gepreßten Keramikgrünling 4,
beispielsweise aus einem schrumpfungsfreien Keramikmaterial, aus Aluminiumoxid
(Al_2O_3), Zirkonoxid (ZrO_2) oder einer anderen Hochleistungskeramik ein. Die
Befestigung des Grünlings 4 in der Werkstückaufnahme 1 erfolgt dabei durch dessen
Einbettung mit einem vorzugsweise gießbaren Einbettmaterial 3, welches den Grünling
4 mechanisch fixiert, dabei allerdings den Keramikpreßverbund nicht beschädigt oder
durch irgendwelche chemischen Einwirkungen das Keramik-Rohmaterial verändert. Als
preiswertes, gut fräsbares und als Stützkörper geeignetes Einbettmaterial 3 kann
beispielsweise ein spezielles Fräswachs verwendet werden.

35

Im nächsten Schritt, der in Figur 2 dargestellt ist, wird die Werkstückaufnahme 1 in die
Halterung einer Fräsmaschine eingesetzt und der Fräsvorgang gestartet, wobei im
vorliegenden Fall zunächst die Ausfräsung der Kroneninnenseite des Werkstückes 6

erfolgt. Vorzugsweise erfolgt die Steuerung des Fräasers 5 vollautomatisch mit Hilfe des Fräs- bzw. Abtragungsprogrammes. Bei Verwendung einer schrumpffreien Keramik wäre es allerdings auch denkbar, das Fräsen manuell durchzuführen, z.B. durch ein direktes Kopieren des Positivmodells des Stumpfes. In diesem Fall müßte dann jedoch das Positivmodell mit einem Distanzlack beschichtet oder einem Folienhütchen versehen sein um die erforderliche Zementspaltbreite zu berücksichtigen.

Erfolgt der Fräsvorgang vollautomatisch, kann der Zahntechniker währenddessen wie gewohnt die Krone oder eine andere zahntechnische Arbeit in Wachs modellieren. Diese fertigmodellierte Arbeit wird - auf der Arbeitsunterlage (dem Zahnstumpf bzw. dem Positivmodell) sitzend - nochmals in der Meßvorrichtung dreidimensional vermessen, um die benötigte Struktur der fertigen Zahnkrone festzustellen.

Wie zuvor wird dann mit Hilfe der Software ein Fräsprogramm zum Herausarbeiten der Außenseite der Krone generiert und in die Steuerung der Fräsmaschine geladen. Im dargestellten Beispiel wird dann das Fräsprogramm in zwei Schritte unterteilt, in denen jeweils die bis zum Äquator der Krone gehenden Bereiche (vom Kronenrand bis zum Äquator bzw. von der Okklusalfäche bis zum Äquator) bearbeitet werden. Der erste Schritt dieses Fräsprogrammes, in dem die Außenseite der Krone vom Kronenunterteil bis zum Äquator ausgearbeitet wird, ist in Figur 3 dargestellt. Die zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausgearbeitete Seite der Krone 6 wird dabei nach wie vor durch die Einbettmasse 3 gehalten und somit ein Herausfallen des Grünlings 4 aus der Werkstückaufnahme 1 verhindert. Nach dem fertigen Ausarbeiten der Unterseite des Werkstückes 6 wird diese anschließend erneut mit der Einbettmasse 3 vergossen (Figur 4). Es wäre auch möglich, schon vor dem Herausarbeiten dieses ersten Bereichs der Kronenaußenseite die zuvor herausgefräste Kroneninnenseite mit dem Fräswachs 3 wieder aufzufüllen, um die Seitenwände der Krone zu stützen. Anschließend wird durch Drehen der Werkstückaufnahme 1 um 180° die noch zu bearbeitende Kronenoberseite in eine zum Fräsen geeignete Position repositioniert (Figur 5).

Entsprechend der Darstellung in Figur 6 wird dann im zweiten Schritt des Fräsprogramms das äußere Kronenoberteil von der Okklusalfäche bis zum Äquator gefräst. Die in diesem Stadium instabile und leicht zerbrechliche Werkstückunterseite wird auch während dieses Bearbeitungsschrittes durch die nochmalige Einbettung in das Fräswachs 3 sicher gehalten und an den kritischen Stellen (den teilweise sehr dünnen Seitenwänden des Werkstückes 6 abgestützt, so daß keine Materialausbrüche oder Beschädigungen des Werkstückes 6 zu befürchten sind. Ferner wird durch das erneute Vergießen der Primärseite des Grünlings mit der Einbettmasse 3 ein Herausfallen des Werkstückes 6 vermieden.

- Während der gesamten Arbeiten kann das abgefräste Grünling- und Einbettmaterial abgesaugt werden. In einer entsprechend ausgebildeten Staubabsauganlage kann dann das lose und pulverförmige Grünlingmaterial von dem Fräswachs 3 separiert und wieder
- 5 zurückgewonnen werden. Der Zahntechniker kann dann aus diesem zurückgewonnenen Material in einer geeigneten Vorrichtung wiederum neue Grünlinge pressen, so daß aus dem Keramikgrundmaterial eine optimale Ausbeute an Keramik-Formteilen erzielt werden kann.
- 10 Nach Beendigung des Fräsvorganges wird das Grünling-Werkstück 6 ausgebettet. Bei der Verwendung von Fräswachs erfolgt dieser Arbeitsschritt beispielsweise mittels eines Heißluftföns, in einem Wärmeofen oder einem in Figur 7 dargestellten speziellen Auswachsgerät. Dabei wird die Werkstückaufnahme 1 mit dem Grünling-Werkstück 6, das noch in einem restlichen Anteil der Einbettmasse 3 gehalten wird, auf eine
- 15 Fließmatte 7, welche die Oberseite einer Auffangschale 8 bildet, aufgelegt. Während des Zuführens von Wärme schmilzt dann das Fräswachs und tropft durch die Fließmatte 7 in die Auffangschale 8, so daß am Ende das Grünling-Werkstück 6 vollkommen ausgebettet auf der Fließmatte 7 liegt. Das in der Auffangschale aufgefangene abgeschmolzene Fräswachs kann dann ebenso wie das schon zuvor zurückgewonnene
- 20 pulverförmige Keramik-Rohmaterial wiederverwendet werden.
- In einem geeigneten Keramikofen erfolgt dann schließlich im Labor die Sinterung des herausgefrästen Werkstückes 6 zum hochfesten Prothetikteil.
- 25 Das soeben beschriebene Verfahren stellt eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung dar. Die einzelnen Schritte sind dabei so ausgelegt, daß der Grünling möglichst schonend bearbeitet wird um das Entstehen von Materialausbrüchen oder Rissen zu vermeiden. Es sind allerdings auch Abwandlungen des dargestellten Verfahrens denkbar. Z.B. könnte die Reihenfolge der Bearbeitung von
- 30 Kroneninnenseite und Kronenaußenseite auch vertauscht werden. Ferner wäre es denkbar, nur die Innen- oder Außenkonturen der Werkstücke zu erstellen und diese dann noch anderweitig zu bearbeiten. Vorzugsweise entspricht allerdings die Form des fertig bearbeiteten Grünlings bereits der gewünschten Endform des Keramik-Formteiles (insbesondere bei schrumpffreien Keramiken) oder wird bei Keramiken, die zu einem
- 35 gewissen Grad schrumpfen, dieser Schrumpffaktor derart berücksichtigt, daß der Grünling während des Sinterns so schrumpft, daß das fertige Formteil die gewünschte Endform aufweist, so daß ein aufwendiges und aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten unrentables Nachbearbeiten entfällt. Falls es jedoch aus ästhetischen Gründen gewünscht oder erforderlich ist, können beispielsweise mit Hilfe des Verfahrens

lediglich die Teilkonturen der endgültigen Form erstellt werden, wobei dann durch Verblenden mittels Porzellan oder einem anderen geeigneten Material die endgültigen Konturen erstellt werden. Schließlich können je nach Form des herzustellenden Keramik-Formteiles anstelle der Fräsmaschine oder zusätzlich zu dieser auch andere
5 abtragende Maschinen, beispielsweise Dreh-, Bohr- oder Schleifmaschinen verwendet werden.

Der wesentliche Vorteil des Verfahrens liegt darin, daß durch das Ausarbeiten eines Werkstückes aus einem leicht und sicher zu bearbeitenden Grünling die bisher
10 bekannten großen Bearbeitungsproblematiken - der hohe Werkzeugverschleiß, Genauigkeit und Anforderung an die Fräsmaschine und damit auch die Herstellungskosten - erheblich reduziert werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn medizintechnische oder zahnmedizinische prothetische Werkstücke hergestellt werden sollen, bei denen es sich um Unikate handelt und die daher nicht in
15 großen Stückzahlen hergestellt werden können. Dennoch bietet dieses erfindungsgemäße Verfahren auch beim Herstellen von technischen Teilen große Vorteile, da auch sehr kleine Teile mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit hergestellt werden können.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus Keramik, das folgende Schritte aufweist:
- Pressen eines pulverförmigen Keramik-Rohmaterials zu einem Keramikgrünling (4);
Formen der Innenkontur und/oder der Außenkontur der Formteile (6) durch
Bearbeiten des Keramikgrünlings (4) mittels abtragender Verfahren; und
10 Sintern des bearbeiteten Keramikgrünlings (4) zu einem hochfesten Keramik-
Formteil,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Keramikgrünling (4) vor der Bearbeitung mittels einer Einbettmasse (3) in eine
Werkstückaufnahme (1) eingebettet wird, wobei die Einbettmasse (3) den
15 Keramikgrünling (4) weder beschädigt noch mit diesem chemisch reagiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Keramik-Rohmaterial verwendet wird, welches beim Sintern schrumpffrei oder
20 nahezu schrumpffrei ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Keramik-Rohmaterial Zirkonoxid (ZrO_2) enthält.
25
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Keramik-Rohmaterial weitere Stoffe enthält, die während des Sinterns mit dem
Zirkonoxid (ZrO_2) zu $ZrSiO_4$ reagieren.
30
5. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Keramik-Rohmaterial Aluminiumoxid (Al_2O_3) enthält.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Einbettmasse ein Fräswachs (3) verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß nach dem Bearbeiten des Keramikgrünlings (4) dieser durch Schmelzen des verbliebenen Fräswachses (3) ausgebettet wird.

- 5 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Bearbeiten des Keramikgrünlings (4) in mehreren Schritten erfolgt, in denen jeweils bestimmte Bereiche des Keramikgrünlings (4) bearbeitet werden, wobei die bereits zuvor bearbeiteten Bereiche des Keramikgrünlings (4) wieder mit der
10 Einbettmasse (3) umgeben werden.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Keramikgrünling (4) mit einer abtragenden Maschine (5), wie einer Fräs-,
15 Dreh-, Bohr- oder Schleifmaschine bearbeitet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Bearbeiten des Keramikgrünlings (4) vollautomatisch, beispielsweise durch
20 Fräsen, Drehen, Bohren oder Schleifen erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein die gewünschten Konturen des Werkstückes (6) berücksichtigendes
25 Abtragungsprogramm entsprechende Steuerbefehle für die abtragende Maschine (5) enthält.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß bei der Erstellung des Abtragungsprogrammes eine gewünschte Zementspaltbreite berücksichtigt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß bei der Erstellung des Abtragungsprogrammes ein eventueller Schrumpfungsfaktor des verwendeten Keramik-Rohmaterials berücksichtigt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Abtragungsprogramm auf Basis eines dreidimensional vermessenen Positivmodells erstellt wird.

15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
5 **dadurch gekennzeichnet,**
daß lediglich Teilkonturen der endgültigen Form des Werkstückes (6) erstellt werden, wobei nach dem Sintern durch Verblenden mit einem Verblendmaterial die endgültigen Konturen des Werkstückes (6) erstellt werden.
- 10 16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das während der Bearbeitung abgetragene Keramik-Rohmaterial gesammelt und wiederverwendet wird.
- 15 17. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß damit zahntechnische oder prothetische Teile (6) hergestellt werden.
18. Rohkeramik-Block (4) zur Herstellung von Keramik-Formteilen mittels abhebender
20 Bearbeitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17.

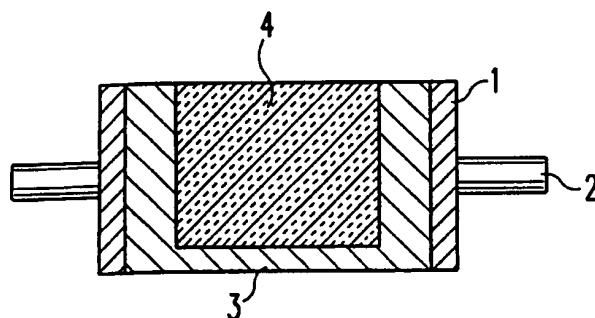


Fig. 1

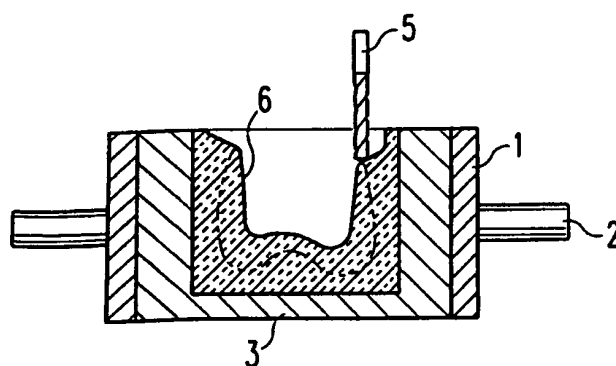


Fig. 2

2/3

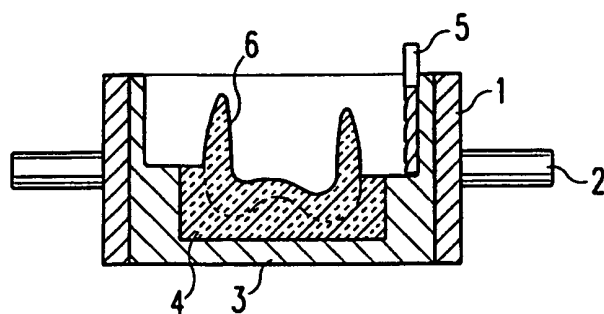


Fig. 3

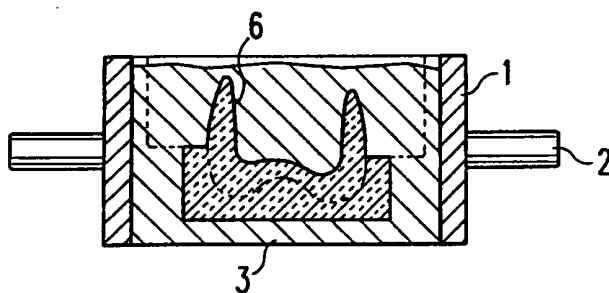


Fig. 4

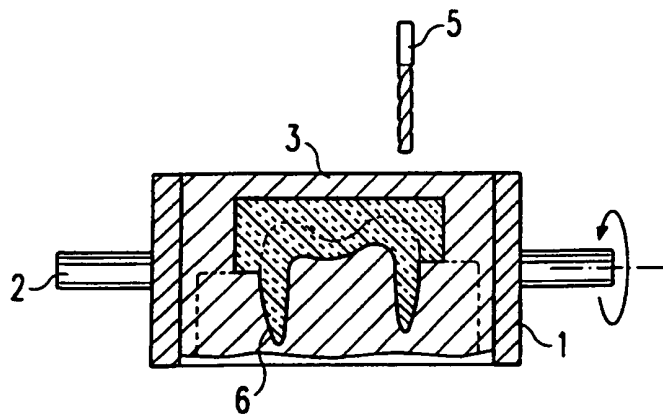


Fig. 5

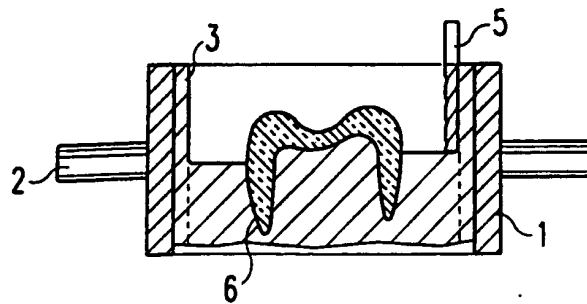


Fig. 6

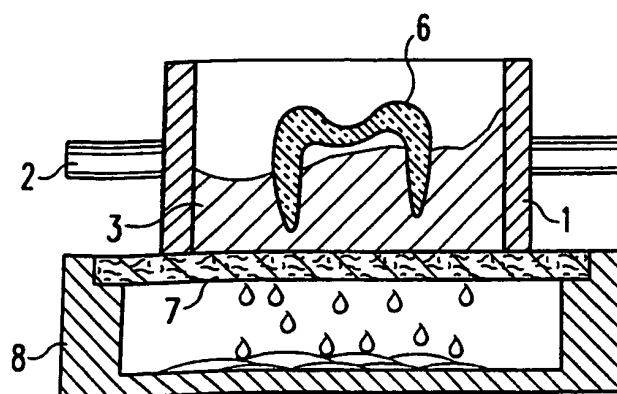


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 A61C13/00 A61C13/083		International Application No PCT/EP 00/00404
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 A61C A61K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 580 565 A (NOBELPHARMA AB ; SANDVIK AB (SE)) 26 January 1994 (1994-01-26) cited in the application column 3, line 29-33 column 3, line 43-54 column 4, line 23-39 column 9, line 2-9 figure 3	1-18
A	EP 0 030 850 A (COORS PORCELAIN CO ; SOZIO RALPH BENNET (US); RILEY EDWIN JOSEPH (U)) 24 June 1981 (1981-06-24) cited in the application page 4, line 32 - page 5, line 7 page 9, line 24 - page 10, line 1	1,2,5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold;">30 June 2000</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold;">07/07/2000</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Chabus, H</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/00404

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0580565 A	26-01-1994	SE 470346 B	31-01-1994
		AT 170069 T	15-09-1998
		DE 69320563 D	01-10-1998
		DE 69320563 T	14-01-1999
		ES 2119881 T	16-10-1998
		FI 932910 A	24-12-1993
		NO 932298 A	27-12-1993
		SE 9201927 A	24-12-1993
		US 5342201 A	30-08-1994
EP 0030850 A	24-06-1981	AR 227408 A	29-10-1982
		AT 10061 T	15-11-1984
		AU 6493180 A	18-06-1981
		BR 8008124 A	14-07-1981
		CA 1146782 A	24-05-1983
		DE 3069570 D	06-12-1984
		DK 531680 A	15-06-1981
		ES 497662 D	16-09-1981
		ES 8107015 A	16-12-1981
		FI 803894 A	15-06-1981
		JP 1618180 C	12-09-1991
		JP 2034615 B	06-08-1990
		JP 56097444 A	06-08-1981
		MX 154131 A	25-05-1987
		NO 803750 A	15-06-1981
		NZ 195768 A	30-09-1983
		US 4585417 A	29-04-1986
		ZA 8007108 A	25-11-1981

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 00/00404

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61C13/00 A61C13/083

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61C A61K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 580 565 A (NOBELPHARMA AB ; SANDVIK AB (SE)) 26. Januar 1994 (1994-01-26) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 29-33 Spalte 3, Zeile 43-54 Spalte 4, Zeile 23-39 Spalte 9, Zeile 2-9 Abbildung 3	1-18
A	EP 0 030 850 A (COORS PORCELAIN CO ; SOZIO RALPH BENNET (US); RILEY EDWIN JOSEPH (U) 24. Juni 1981 (1981-06-24) in der Anmeldung erwähnt Seite 4, Zeile 32 -Seite 5, Zeile 7 Seite 9, Zeile 24 -Seite 10, Zeile 1	1,2,5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

² Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Juni 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/07/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chabus, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/00404

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0580565 A	26-01-1994	SE 470346 B	31-01-1994
		AT 170069 T	15-09-1998
		DE 69320563 D	01-10-1998
		DE 69320563 T	14-01-1999
		ES 2119881 T	16-10-1998
		FI 932910 A	24-12-1993
		NO 932298 A	27-12-1993
		SE 9201927 A	24-12-1993
		US 5342201 A	30-08-1994
EP 0030850 A	24-06-1981	AR 227408 A	29-10-1982
		AT 10061 T	15-11-1984
		AU 6493180 A	18-06-1981
		BR 8008124 A	14-07-1981
		CA 1146782 A	24-05-1983
		DE 3069570 D	06-12-1984
		DK 531680 A	15-06-1981
		ES 497662 D	16-09-1981
		ES 8107015 A	16-12-1981
		FI 803894 A	15-06-1981
		JP 1618180 C	12-09-1991
		JP 2034615 B	06-08-1990
		JP 56097444 A	06-08-1981
		MX 154131 A	25-05-1987
		NO 803750 A	15-06-1981
		NZ 195768 A	30-09-1983
		US 4585417 A	29-04-1986
		ZA 8007108 A	25-11-1981